

#6
Q52241
PATENT APPLICATION *Prior*
090-
760
5-138

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Masato SHIMADA, et al.

Appln. No.: 09/199,816

Filed: November 25, 1998

For: INK JET RECORDING HEAD AND INK JET RECORDER



Group Art Unit: 2853

Examiner: Not Yet Assigned

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

RECEIVED

MAY 05 1999

TECHNOLOGY CENTER 2800

Sir:

Submitted herewith are certified copies of the priority documents on which claims to priority were made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to acknowledge receipt of said priority documents.

Respectfully submitted,

Darryl Mexic
Darryl Mexic

Registration No. 23,063

SUGHRUE, MION, ZINN,
MACPEAK & SEAS, PLLC
2100 Pennsylvania Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20037-3213
Telephone: (202) 293-7060
Facsimile: (202) 293-7860

Enclosures: Japan 9-323010
Japan 10-96406
Japan 10-140684
Japan 10-159354
Japan 10-207004
Japan 10-312368

Date: May 4, 1999

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1 9 9 7 年 1 1 月 2 5 日

出 願 番 号

Application Number:

平成 9 年特許願第 3 2 3 0 1 0 号

出 願 人

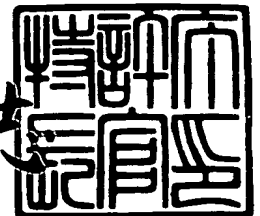
Applicant (s):

セイコーエプソン株式会社

1 9 9 8 年 1 2 月 2 5 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

伴 佐 山 建 志



出証番号 出証特平 1 0 - 3 1 0 2 3 2 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 P0S58774

【提出日】 平成 9年11月25日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B41J 2/045

【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッド及びその製造方法

【請求項の数】 14

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 島田 勝人

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代表者】 安川 英昭

【代理人】

【識別番号】 100093388

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 喜三郎

【連絡先】 3348-8531内線2610-2615

【選任した代理人】

【識別番号】 100095728

【弁理士】

【氏名又は名称】 上柳 雅誉

【選任した代理人】

【識別番号】 100107261

【弁理士】

【氏名又は名称】 須澤 修

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013044

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9711684

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッド及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 インクを吐出させるための圧力室が形成された圧力室基板と、この圧力室基板上に形成され、上記圧力室を加圧する振動板と、上記振動板の加圧源となり、上部電極及び下部電極に挟まれた圧電体膜から構成され、上記振動板の圧力室に対応する領域に設けられた圧電体素子と、を備えるインクジェット式記録ヘッドにおいて、上記下部電極と上記圧電体膜の間に上記下部電極とは異なる材質からなる導電性の膜を備えるインクジェット式記録ヘッド。

【請求項2】 上記導電性の膜は上記圧電体膜と同一のパターンに形成されている請求項1記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項3】 上記導電性の膜は上記下部電極上に形成される第1の導電性の膜と、この第1の導電性の膜上に形成された第2の導電性の膜とから構成され、上記第1の導電性の膜は上記下部電極とは異なる材質からなる膜である請求項1又は請求項2に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項4】 上記第2の導電性の膜が白金、イリジウムのうち何れか1つを主成分とする膜である請求項3に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項5】 上記第1の導電性の膜が圧縮性の応力を受ける膜である請求項3又は請求項4に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項6】 上記第1の導電性の膜が酸化金属膜である請求項3乃至請求項5のうち何れか1項に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項7】 上記第1の導電性の膜が上記圧電体膜に含まれる鉛の拡散を防止する材質から構成される膜である請求項3乃至請求項6のうち何れか1項に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項8】 上記第1の導電性の膜が IrO_X 、 ReO_X 、 RuO_X 、のうち何れか1つを主成分とする請求項3乃至請求項7のうち何れか1項に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項9】 上記下部電極が引張性の応力を受ける膜である請求項1乃至請求項8のうち何れか1項に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項10】 上部電極及び下部電極に挟まれる圧電体膜から構成される圧電体薄膜素子により振動板を加圧してインクを吐出するインクジェット式記録ヘッドの製造方法において、上記下部電極と上記圧電体膜の間に上記下部電極とは異なる材質からなる導電性の膜を形成する工程を備えるインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項11】 上記導電性の膜を形成する工程は、上記下部電極の上に上記下部電極とは異なる材質からなる第1の導電性の膜を形成する工程と、上記第1の導電性の膜の上に第2の導電性の膜を形成する工程を備える請求項10に記載のインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項12】 上記第1の導電性の膜を形成する工程は、上記下部電極上に金属膜を形成する工程と、この金属膜を熱酸化して金属酸化膜とする工程と、を備える請求項11に記載のインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項13】 上記振動板上に上記下部電極、導電性の膜、圧電体膜及び上部電極となる層を順次積層後、上記下部電極が露出するまで上記導電性の膜、圧電体膜及び上部電極とからなる層をエッチングする工程を備える請求項10乃至請求項12のうち何れか1項に記載のインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項14】 上記圧電体膜を形成する工程は、上記導電性膜上に圧電体膜前駆体を形成する工程と、この圧電体膜前駆体を圧電特性の高い圧電体膜に焼成する工程と、を備える請求項10乃至請求項13のうち何れか1項に記載のインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はインク吐出の駆動源に圧電体膜を用いたインクジェット式記録ヘッド、及びその製造方法に関する。具体的には、製造工程において生じる各層間の残留応力を低減することができ、且つ、製造工程が容易なインクジェット式記録ヘッド、及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

インク吐出の駆動源である電気・機械変換素子としてPZT（ジルコン酸チタン酸鉛）からなる圧電体素子がインクジェット式記録ヘッドに使用されている。

【0003】

この従来技術を図9を参照して説明する。同図はインクジェット式記録ヘッドの主要部断面図である。この断面図は細長い形状の圧力室の幅方向に切断した状態を図示している。

【0004】

インクジェット式記録ヘッドの主要部は圧力室基板PSとノズルプレートNPを貼り合わせた構造となっている。圧力室基板PSはシリコン単結晶基板SI上に振動板膜VP、下部電極BE、圧電体膜PZ及び上部電極TEが順次形成されている。シリコン単結晶基板SIには圧力室PCがシリコン単結晶基板SIの厚み方向に貫通するようにエッチング加工されて形成されている。ノズルプレートNPの圧力室PCに対応する位置にはノズルNHが形成されている。

【0005】

次に、このインクジェット式記録ヘッドの動作原理を説明する。インクを吐出させたいときには上部電極TE及び下部電極BE間に電圧が印加される。この電圧は圧電体膜PZの分極方向と同じ方向である。これにより圧電体膜PZは厚み方向に膨張するとともに、幅方向に収縮する。この収縮で圧電体膜PZと振動板膜VPの界面に圧縮応力が働き、振動板膜VP及び圧電体膜PZは体積変化を起こす。この体積変化より圧力室PCの体積が変化し、ノズルNHからインク滴が吐出する。これにより印字が可能となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来技術ではインクジェット式記録ヘッドを製造する際に各層間に残留応力が生じるおそれがあるため、構造上不安定になるおそれがあった。

【0007】

この点を図10を参照して説明する。図10は二酸化珪素膜及び白金電極がシリコン単結晶基板から受ける応力を模式的に図示したものである。図10(A)に示すようにシリコン単結晶基板上に形成された二酸化珪素膜はシリコン単結晶基板から圧縮応力を受けることが経験的に知られている。この圧縮応力は二酸化珪素膜を形成する際の製造過程において受ける力を表したものである。同様に、シリコン単結晶基板上に形成された白金電極は引張応力を受ける(図10(B))。このように、一般的に振動板VPは圧縮応力を受け、下部電極BE、圧電体膜PZ及び上部電極TEは引張応力を受ける傾向にある。

【0008】

このため、図9に示す構造では、振動板VPの領域D(圧電体膜PZとシリコン単結晶基板SIの間に位置する領域)においてはそれぞれの膜厚を調整することにより残留応力を低減することができるものの、圧電体素子の部分では残留応力が生じていた。特に、下部電極BE上に圧電体素子PZを形成する過程において圧電体素子PZに応力が働き、製造過程においてクラックが生じる等の不都合が生じるおそれがあった。

【0009】

また、図9に示す構造を改良した従来技術として、下部電極のうち、圧電体素子の位置する領域の厚みを異なるように形成することもあった。かかる構成により振動板のコンプライアンスが一定値になるように設計した場合に、同駆動電圧にて変位量を向上させることができるのであるが、下部電極の製造工程が複雑となり、歩留まりが低下する欠点があった。

【0010】

さらに、図9に示す構造では、下部電極BE上に形成された圧電体素子PZの前駆体を焼成する際に圧電体素子PZの鉛が下部電極BEに拡散し、下部電極BEと振動板VP間の密着力を低下させるおそれがあった。また、下部電極BEとして白金電極を用いた場合、白金電極は酸素を透過しやすいため、圧電体素子PZから酸素が抜け出し、圧電体素子PZの強誘電性を低下させるおそれがあった。

【0011】

本発明はこのような問題点に鑑み、製造工程において各層間に生じる残留応力を低減するインクジェット式記録ヘッド及びその製造方法を提案することを第1の目的とする。

【0012】

また、製造が容易で、振動板のコンプライアンスが一定値になるように設計した場合に、同駆動電圧にて変位量を向上させることができるインクジェット式記録ヘッド及びその製造方法を提案することを第2の目的とする。

【0013】

さらに、圧電体膜から下部電極への鉛の拡散を防止し、下部電極と振動板間の密着力を向上させるインクジェット式記録ヘッド及びその製造方法を提案することを第3の目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するべく、本発明のインクジェット式記録ヘッドは、ノズルからインクを吐出させるための圧力室が形成された圧力室基板と、この圧力室基板上に形成され、上記圧力室を加圧する振動板と、上記振動板の加圧源となり、上部電極及び下部電極に挟まれた圧電体膜から構成され、上記振動板の圧力室に対応する領域に設けられた圧電体素子と、を備えるインクジェット式記録ヘッドにおいて、上記下部電極と上記圧電体膜の間に上記下部電極とは異なる材質からなる導電性の膜を備える。

【0015】

この導電性の膜は上記圧電体膜と同じパターンで形成することが望ましい。

【0016】

特に、この導電性の膜は上記下部電極上に形成される第1の導電性の膜と、この第1の導電性の膜上に形成された第2の導電性の膜とから構成され、上記第1の導電性の膜は上記下部電極とは異なる材質からなる膜であることが望ましい。

【0017】

また、上記第2の導電性の膜は白金、イリジウムのうち何れか1つを主成分と

する膜であることが望ましい。

【0018】

本発明の好適な形態として、上記第1の導電性の膜は圧縮性の応力を受ける膜であることが望ましく、特に、酸化金属膜であることが望ましい。更には、上記圧電体膜に含まれる鉛の拡散を防止する材質から構成される膜であることが望ましい。具体的には、 IrO_X 、 ReO_X 、 RuO_X のうち何れか1つを主成分とする膜であることが望ましい。また、上記下部電極は引張性の応力を受ける膜であることが望ましい。

【0019】

特に、第1の導電性の膜を IrO_X 層とすることで、 $\text{PZT}(\text{PbZr}_X\text{Ti}_{1-X}\text{O}_3)$ を焼成する際に PZT から第1の導電性の膜を介して鉛が下部電極へ拡散するのを防止することができる。これにより、下部電極（例えば、白金）と振動板（例えば、二酸化珪素膜）の界面における両者の密着力の低下を防止することができる。また、 PZT と下部電極の間に IrO_X 層を介在させることで、 PZT から下部電極への酸素の抜け出しを防止することができ、 PZT の圧電性の低下を防止することができる。

【0020】

第1及び第2の導電性層を上記の組成とすることで、製造工程において各層間に生じる残留応力を低減するインクジェット式記録ヘッドを提供することができる。また、上記導電性の膜を下部電極と圧電体膜の間に挿入することにより振動板のコンプライアンスが一定値になるように設計した場合に、同駆動電圧にて変位量を向上させることができるインクジェット式記録ヘッドを提供することができる。さらに、本発明によれば、製造過程において生じる残留応力を低減することができるため、歩留まりが向上し、コストを下げることができる。

【0021】

本発明に係わるインクジェット式記録ヘッドの製造方法は、上部電極及び下部電極に挟まれる圧電体膜から構成される圧電体薄膜素子により振動板を加圧してインクを吐出するインクジェット式記録ヘッドの製造方法において、上記下部電極と上記圧電体膜の間に上記下部電極とは異なる材質からなる導電性の膜を形成す

る工程を備えるものである。

【0022】

この導電性の膜を形成する工程は、上記下部電極の上に上記下部電極とは異なる材質からなる第1の導電性の膜を形成する工程と、上記第1の導電性の膜の上に第2の導電性の膜を形成する工程を備える工程であることが望ましい。

【0023】

また、上記第1の導電性の膜を形成する工程は、上記下部電極上に金属膜を形成する工程と、この金属膜を熱酸化して金属酸化膜とする工程と、を備える工程であることが望ましい。

【0024】

また、本発明のインクジェット式記録ヘッドの製造方法は、上記振動板上に上記下部電極、導電性の膜、圧電体膜及び上部電極となる層を順次積層後、上記下部電極が露出するまで上記導電性の膜、圧電体膜及び上部電極とからなる層をエッチングする工程を備えることが望ましい。かかる工程により、複雑な工程を経なくても容易にインクジェット式記録ヘッドを製造することができるため、歩留まりが向上する。

【0025】

また、上記圧電体膜を形成する工程は、圧電体膜前駆体を形成する工程と、この圧電体膜前駆体を圧電特性の高い圧電体膜に焼成する工程と、を備える工程であることが望ましい。この場合、ソル・ゲル法で圧電体膜前駆体を成膜し、この成膜した圧電体膜前駆体を焼成して圧電体膜としてもよい。この工程は、圧電体膜を金属成分の水酸化物の水和錯体、即ち、ソルを脱水処理してゲルとし、このゲルを加熱焼成して無機物酸化物を調整する工程である。この他、スパッタ成膜法、CVD法、MOD法、レーザアブレーション法等で圧電体膜を形成してもよい。

【0026】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の最良の実施の形態を図面を参照しながら説明する。本実施の形態は下部電極と圧電体膜の間に圧縮応力を受ける膜を少なくとも1層設けること

によって圧電体素子全体に生じる残留応力の低減を図るものである。図1乃至図3を参考にインクジェット式記録ヘッドの構成を説明した後、図4乃至図6を参考にその製造工程を説明する。

【0027】

尚、以下の説明においては同一の参照番号は同一の名称を表すものとする。

【0028】

＜インクジェット式記録ヘッドの構成＞

図1に、本発明に係わるインクジェット式記録ヘッドの全体構成の斜視図を示す。ここではインクの共通通路が圧力室基板内に設けられるタイプを示す。同図に示すように、インクジェット式記録ヘッドは圧力室基板200、ノズルプレート100及び基体300からなる。

【0029】

圧力室基板200は本発明に係わる製造方法によりシリコン単結晶基板上に形成された後、各々に分離される。圧力室基板200の製造方法の詳細については後述する。圧力室基板200は複数の短冊状の圧力室201が設けられ、全ての圧力室201にインクを供給するための共通通路203を備える。圧力室201の間は側壁202により隔てられている。圧力室基板200の基体300側には振動板膜及び圧電体薄膜素子が設けられている（詳細については後述する）。また、各圧電体薄膜素子からの配線はフレキシブルケーブルである配線基板400に収束され、基体300の外部回路と接続される。

【0030】

ノズルプレート100は圧力室基板200に貼り合わされる。ノズルプレート100における圧力室基板200の対応する位置にはインク滴を滴出するためのノズル101が形成されている。

【0031】

基体300は金属等の鋼体であり、圧力室基板200の取付台となる。

【0032】

図2は、本実施の形態のインクジェット式記録ヘッドにおける主要部の断面図である。この図は圧力室の長手方向に直角な面で当該主要部を切断した断面形状

を示している。

【0033】

同図中、図1と同一構造については同一記号で示し、その説明を省略する。

【0034】

シリコン単結晶基板から構成される側壁202上には振動板11及び下部電極12が形成されている。振動板11は二酸化珪素膜からなり、シリコン単結晶基板を熱酸化処理することにより形成する。また、下部電極12は白金電極からなり、スパッタ装置を用いて成膜した。

【0035】

下部電極12上には圧電体薄膜素子が薄膜プロセスにより一体的に形成されている。符号15、14及び13はそれぞれ上部電極、圧電体膜及び導電性膜であり、具体的な成膜工程については後述する。

【0036】

導電性膜13は本発明に係わり、下部電極12とは異なる導電性の膜である。この膜は、図10で示したように、圧縮応力を受ける膜であることが望ましい。また、圧電体膜14と反応性に乏しい膜（好ましくは、PZTの鉛が拡散しないような膜）であることが望ましい。これらの事情を考慮すると、導電性膜13は酸化金属膜であることが好ましく、具体的には、 IrO_X 、 ReO_X 、 RuO_X のうち何れか1つを主成分とする膜であることが望ましい。

【0037】

このような構成によるインクジェット式記録ヘッドの各層間に生じる応力関係を図3に示す。上部電極15、圧電体膜14、下部電極12には引張応力が働くが、導電性膜13、振動板11には圧縮応力が働く。かかる応力関係により、インクジェット式記録ヘッド全体としては各応力が相殺されるため、残留応力による全体的歪みを低減することができる。

【0038】

このような理由により、本実施の形態によれば、インクジェット式記録ヘッドの振動板を駆動したときの耐久性が向上する。また、本実施の形態によれば、下部電極と圧電体膜の間に導電性膜を介在した構造であるため、インクジェット式

記録ヘッドの製造工程において、下部電極が露出するまで導電性膜をエッチングする場合には、導電性膜と下部電極のエッチング選択比の大きいエッチングガスを適当に選択すれば、制御性よくエッチング停止をすることができる。例えば、プラズマモニターを用いてエッチングする場合には、エッチング終点制御が容易になる。従って、インクジェット式記録ヘッドの製造の歩留まりが向上し、大量生産に好適なインクジェット式記録ヘッドを提供することができるため、コストを下げることができる。

【0039】

＜インクジェット式記録ヘッドの製造工程＞

以下に本発明のインクジェット式記録ヘッドの製造方法について図面を参考に説明する。図4乃至図6の(a)～(i)は圧電体薄膜素子を備えた加圧室基板の製造工程における断面図を示している。

【0040】

下部電極形成工程(図4(a))

所定の大きさと厚さ(直径150mm、厚さ600 μ m)のシリコン単結晶基板10上にその全面に熱酸化法により二酸化珪素からなる酸化膜11を形成する。後述する圧電体膜14側に形成された酸化膜11は振動板として機能するものである。この酸化膜11の表面上にスパッタ成膜法等の薄膜形成法により下部電極12となる白金を、例えば、0.1 μ m乃至0.5 μ mの厚さで成膜する。

【0041】

導電性膜形成工程(図4(b))

下部電極12の表面上に IrO_x からなる導電性膜13をスパッタ法等の成膜法を用いて0.1 μ m乃至1.0 μ m形成する。 IrO_x に圧縮応力を残留させるためにIr金属膜をスパッタ成膜後、酸素中でアニール処理をするとより好ましい。

【0042】

圧電体膜形成工程(図4(c))

導電性膜13の表面上に圧電体膜前駆体を積層する。この工程はチタン酸鉛とジルコン酸鉛のモル混合比が48%：52%となるようなPZT系圧電体膜の前

駆体をゾル・ゲル法にて $0.8\mu\text{m}$ 乃至 $2.0\mu\text{m}$ の厚みとなるまで10回の塗工／乾燥／脱脂を繰り返すことにより成膜する。但し、この方法に限られず、高周波スパッタ成膜法やCVD法、MOD法、レーザアブレーション法等を用いてもよい。

【0043】

この圧電体膜前駆体を成膜後、圧電体膜前駆体を結晶化させるために5回目と10回目の脱脂後に基板全体を加熱する。この工程は赤外線輻射光源を用いて基板の両面から酸素雰囲気中で 650°C で5分保持した後、 900°C で1分加熱し、その後自然降温させることにより圧電体膜前駆体の結晶化を行う。この工程により圧電体膜前駆体は圧電体膜14となる。

【0044】

上部電極形成工程（図5（d））

圧電体膜14上に上部電極15を形成する。この工程では $0.1\mu\text{m}$ の白金をスパッタ法成膜法により形成する。

【0045】

ドライエッチング工程（図5（e））

上部電極15、圧電体膜14及び導電性膜13に対し、圧力室201が形成されるべき位置に合わせて適当なエッチングマスク（図示せず）を施す。その後、所定の分離形状にドライエッチング法を用いて形成する。

【0046】

この工程により、従来のように圧電体素子部分の下部電極の膜厚を、他の部分と異ならせる必要がない。即ち、制御性の悪いエッチング工程を経なくても、下部電極12と圧電体膜14の間に導電性の膜を形成するだけで本発明のインクジェット式記録ヘッドを形成することができるため、製造が容易となり、歩留まりが向上する。したがって、従来のように、時間で管理しながらエッチングをストップさせる必要がなくなった。また、ドライエッチング法を用いれば、選択性のあるガスを用いて容易にエッチング選択比を制御することができる。また、プラズマモニターでモニターし、終点を決定すればなお、制御性に優れる。

【0047】

次いで、下部電極12に対して適当なエッチングマスク（図示せず）を施し、イオンミリングを用いて所定の形状に形成する。

【0048】

更に、この基板10の圧電体膜14が形成されている側に後述の工程で浸される種々の薬液に対する保護膜（図示せず）を形成後、基板10の圧力室側の面の、少なくとも圧力室201或いは側壁202を含む面に酸化膜11を弗化水素によりエッチングし、窓16を形成する。

【0049】

ウェットエッチング工程（図5（f））

その後、異方性エッチング液、例えば80℃に保温された濃度10%の水酸化カリウム水溶液を用いて窓16の領域のシリコン単結晶基板10を所定の深さまでエッチングする。この工程は平行平板型イオンエッチング等の活性気体を用いた異方性エッチング方法を用いてもよい。この工程により基板10に凹部17が形成される。

【0050】

酸化膜形成工程（図6（g））

次に、凹部17を形成した基板10の圧力室側にCVD等の化学的気相成長法により酸化膜11aをエッチング保護層として形成する。

【0051】

圧力室形成工程（図6（h））

次いで、異方性エッチング液、例えば80℃に保温された濃度10%の水酸化カリウム水溶液を用いて基板10を圧力室側から能動素子側に向けて異方性エッチングし、圧力室201及び側壁202を形成する。

【0052】

ノズルプレート接合工程（図6（i））

以上の工程により形成された圧力室基板にノズルプレート100を接合する。

【0053】

尚、上記の説明では、図5（e）に図示したように、下部電極が表面に露出す

るまでエッチングする例を説明したが、本発明は上記の構造に限られるものではなく、酸化膜又は第1の導電性膜或いは第2の導電性膜が表面に露出するまでエッチングしてもよい。

【0054】

以下、この点を説明する。

【0055】

(1) 下部電極が表面に露出するまでエッチングする場合

主に、図7を参照して説明する。図4(a)乃至図5(d)に示したように、基板10の表面に酸化膜11を形成した後、この酸化膜11上に下部電極12、導電性膜13、圧電体膜14及び上部電極15を順次形成する。次いで、圧力室201が形成されるべき位置に合わせて適当なエッチングマスク(図示せず)を施す。その後、ドライエッチング法を用いて所定の分離形状に形成する(図7)。この工程では、酸化膜11が表面に露出するまで上部電極15、圧電体膜14、導電性膜13及び下部電極12をエッチングする。

【0056】

更に、この基板10の圧電体膜14が形成されている側に後述の工程で浸される種々の薬液に対する保護膜(図示せず)を形成後、基板10の圧力室側の面の、少なくとも圧力室201或いは側壁202を含む面に酸化膜11を弗化水素によりエッチングし、窓16を形成する。

【0057】

以下、図5(f)乃至図6(i)に示す如く、基板10に圧力室を形成し、ノズルプレート100を接合してインクジェット式記録ヘッドの主要部を製造する。

【0058】

インクジェット式記録ヘッド主要部の構成を上記の構造とすることで、振動板のコンプライアンスが一定値になるようにした場合に同駆動電圧における変位量を向上させることができる。

【0059】

(2) 第1の導電性膜が表面に露出するまでエッチングする場合

主に、図8(A)及び図8(B)を参照して説明する。図8(A)に示したように、基板10の表面に酸化膜11を形成した後、この酸化膜11上に下部電極12、第1の導電性膜13a、第2の導電性膜13b、圧電体膜14及び上部電極15を順次形成する。この工程では、シリコン単結晶基板10の前面に熱酸化法等により二酸化珪素からなる酸化膜11を形成した後、スパッタ法等の成膜法で下部電極12となる白金電極を、例えば、 $0.2\mu\text{m}$ の厚さで形成する。次いで、下部電極12上に IrO_x からなる第1の導電性膜13aをスパッタ法等の成膜法で、例えば、 $0.5\mu\text{m}$ の厚さで成膜する。この工程は上述の工程の他、下部電極12上にイリジウムをスパッタ法等の成膜法で形成した後、熱酸化法等で処理して IrO_x を形成してもよい。次いで、第1の導電性膜13a上にスパッタ法等の成膜法で第2の導電性膜13bとなる白金を例えば、 $0.2\mu\text{m}$ の厚さで形成する。この第2の導電性膜13b上に圧電体膜14を上述のソル・ゲル法にて膜厚 $1.5\mu\text{m}$ で形成し、この上に上部電極15となる白金を膜厚 $0.1\mu\text{m}$ で形成する。

【0060】

次いで、圧力室201が形成されるべき位置に合わせて適当なエッチングマスク（図示せず）を施す。その後、ドライエッチング法を用いて所定の分離形状に形成する（図8(B)）。この工程では、第1の導電性膜13aが表面に露出するまで上部電極15、圧電体膜14及び第1の導電性膜13bをエッチングする。

【0061】

更に、この基板10の圧電体膜14が形成されている側に後述の工程で浸される種々の薬液に対する保護膜（図示せず）を形成後、基板10の圧力室側の面の、少なくとも圧力室201或いは側壁202を含む面に酸化膜11を弗化水素によりエッチングし、窓16を形成する。

【0062】

以下、図5(f)乃至図6(i)に示す如く、基板10に圧力室を形成し、ノズルプレート100を接合してインクジェット式記録ヘッドの主要部を製造する。

【0063】

(3) 第2の導電性膜が表面に露出するまでエッチングする場合

主に、図8(A)及び図8(C)を参照して説明する。上述のように、基板10の表面に酸化膜11を形成した後、この酸化膜11上に下部電極12、第1の導電性膜13a、第2の導電性膜13b、圧電体膜14及び上部電極15を順次形成する(図8(A))。

【0064】

次いで、圧力室201が形成されるべき位置に合わせて適当なエッチングマスク(図示せず)を施す。その後、ドライエッチング法を用いて所定の分離形状に形成する(図8(C))。この工程では、第2の導電性膜13bが表面に露出するまで上部電極15及び圧電体膜14をエッチングする。

【0065】

更に、この基板10の圧電体膜14が形成されている側に後述の工程で浸される種々の薬液に対する保護膜(図示せず)を形成後、基板10の圧力室側の面の、少なくとも圧力室201或いは側壁202を含む面に酸化膜11を弗化水素によりエッチングし、窓16を形成する。

【0066】

以下、図5(f)乃至図6(i)に示す如く、基板10に圧力室を形成し、ノズルプレート100を接合してインクジェット式記録ヘッドの主要部を製造する。

【0067】

[実施例]

図2に示す構造のインクジェット式記録ヘッドの実施例を従来のインクジェット式記録ヘッドと比較した。

【0068】

本実施例におけるインクジェット式記録ヘッドの各層におけるパラメータは以下のものである。上部電極15の材質は白金で、厚みは100nmである。圧電体膜14の圧電歪定数は150pC/Nで厚みは1000nmである。上部電極15と圧電体膜14の幅は40μmである。導電性膜13の材質はIrO_xであ

り、膜厚は $0.7\mu\text{m}$ である。下部電極12の材質は白金であり、膜厚は $0.2\mu\text{m}$ である。酸化膜11の厚さは $1.0\mu\text{m}$ である。圧電体膜14に印加される電圧は25Vである。この条件下で酸化膜11の最大変位量は195nmであった。

【0069】

上記と同じ条件での従来技術（導電性膜13を設けない場合）ではコンプライアンスを同じにしたとき、最大変位量は150nmであった。これにより、本実施の形態の構成では従来技術と比べて30%も大きな変位を得ることがわかる。

【0070】

従って、下部電極12と圧電体膜14の間に圧縮応力を受ける導電性膜13を入れることにより、圧電体膜14自体の圧電特性が良くなり、振動板の変位量が増加する。故に、コンプライアンス一定の下で圧力室の体積変化が大きくなるので変位効率が上がり、従来より多くのインクを吐出させることができ、より鮮明な印字品質を可能とする。

【0071】

また、振動板の変位量が増加するため、単位体積あたりの圧力室の体積変化が大きくなるのでインク吐出量が同じならば、従来より小さな体積の圧力室を設ければよいのでコンパクトなインクジェット式記録ヘッドを提供することができる。

【0072】

【発明の効果】

本発明によれば、製造工程において各層間に生じる残留応力を低減するインクジェット式記録ヘッド及びその製造方法を提供することができる。従って、製造工程において各層に生じるクラック等の発生を防止することができるため、歩留まりが向上し、コストを下げることができる。

【0073】

また、残留応力を低減することにより圧電歪定数を向上させることができるため、振動板のコンプライアンスが一定値になるように設計した場合に、同駆動電圧にて変位量を向上させることができる。特に、制御性の悪いエッチング工程を

経なくても、下部電極と圧電体膜の間に導電性の膜を形成するだけで本発明のインクジェット式記録ヘッドを形成することができるため、製造が容易となり、歩留まりが向上する。

【0074】

さらに、圧電体膜と下部電極の間に IrO_x 層を介在させることで、圧電体膜から下部電極への鉛の拡散を防止し、下部電極と振動板間の密着力を向上させることができる。また、圧電体膜から酸素の抜け出しを防止することができるため、圧電体膜の経年変化を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態におけるインクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図2】

図1におけるインクジェット式記録ヘッドの主要部の断面図である。

【図3】

本発明の実施の形態におけるインクジェット式記録ヘッドの各層間における応力の状態を図示したものである。

【図4】

本発明の実施の形態におけるインクジェット式記録ヘッドの製造工程図である。

【図5】

本発明の実施の形態におけるインクジェット式記録ヘッドの製造工程図である。

【図6】

本発明の実施の形態におけるインクジェット式記録ヘッドの製造工程図である。

【図7】

酸化膜が表面に露出するまでエッチングする工程を示した製造工程図である。

【図8】

(A) は下部電極上に第1及び第2の導電性膜等を順次積層する製造工程断面図、(B) は、第1の導電性膜が表面に露出するまでエッチングする工程を示した製造工程図、(C) は、第2の導電性膜が表面に露出するまでエッチングする工程を示した製造工程図である。

【図9】

従来技術におけるインクジェット式記録ヘッドの主要部の断面図である。

【図10】

基板から受ける応力を図示したものである。

【符号の説明】

100…ノズルプレート

101…ノズル

200…圧力室基板

201…圧力室

202…側壁

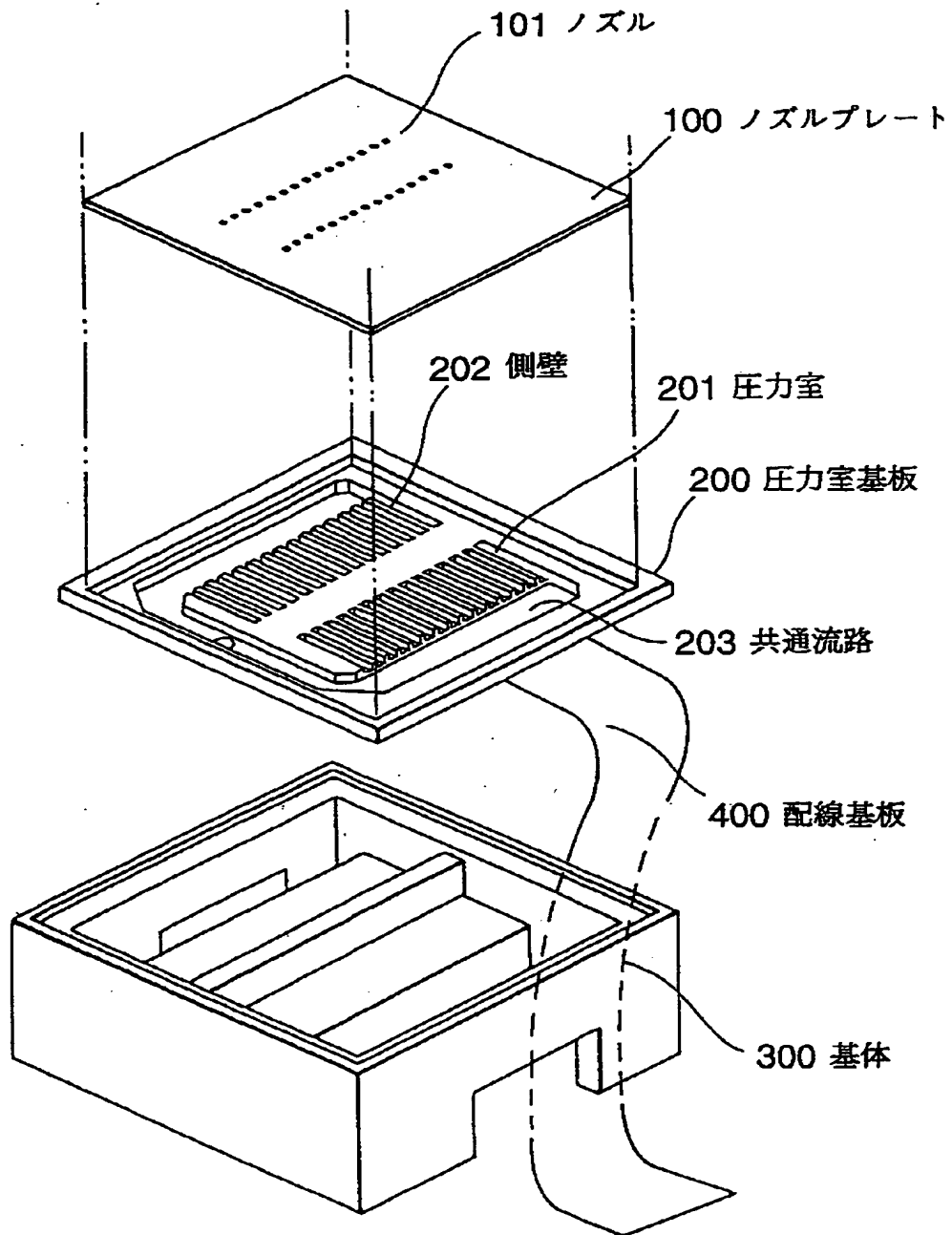
203…共通流路

300…基台

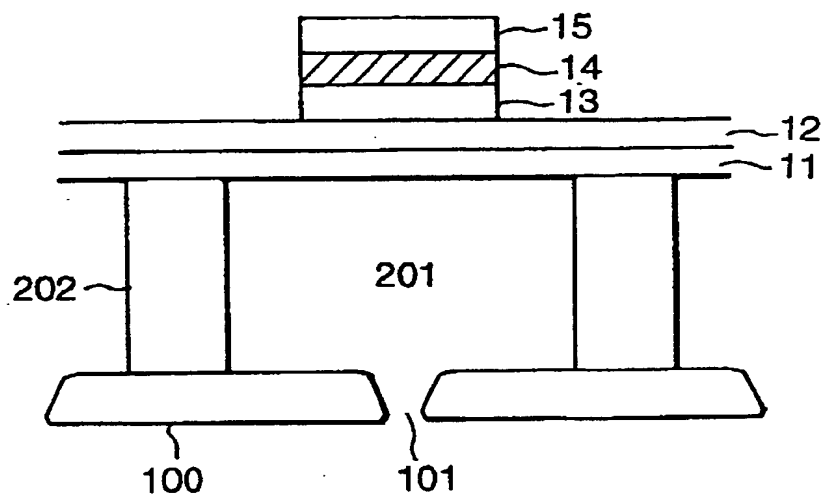
400…配線基板

【書類名】 図面

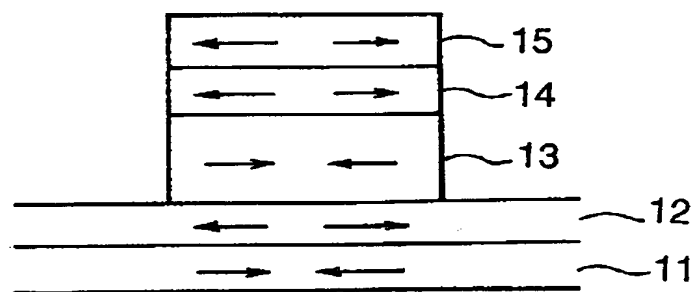
【図1】



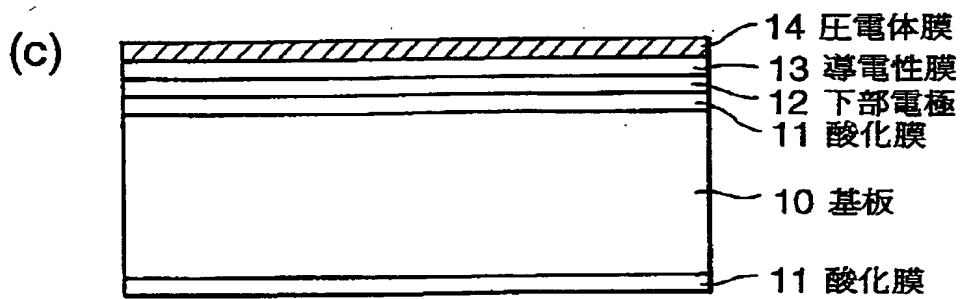
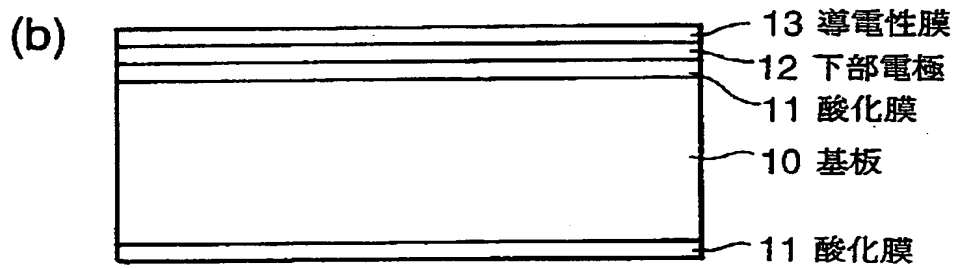
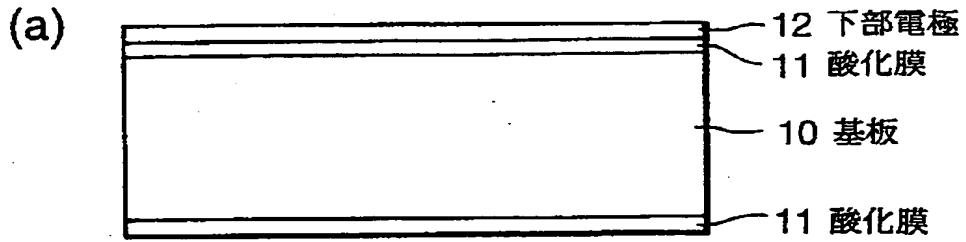
【図2】



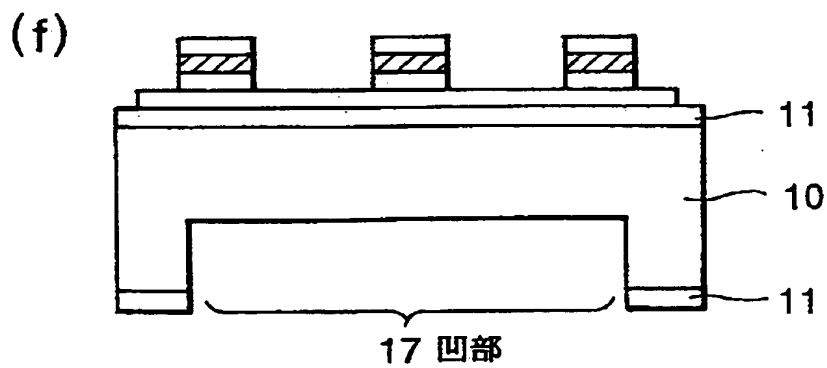
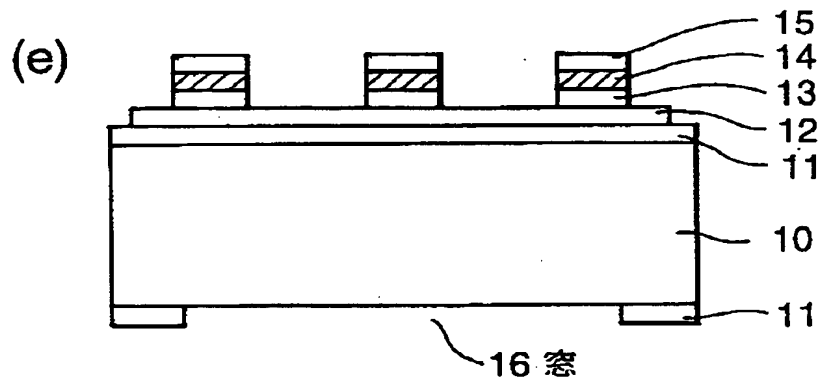
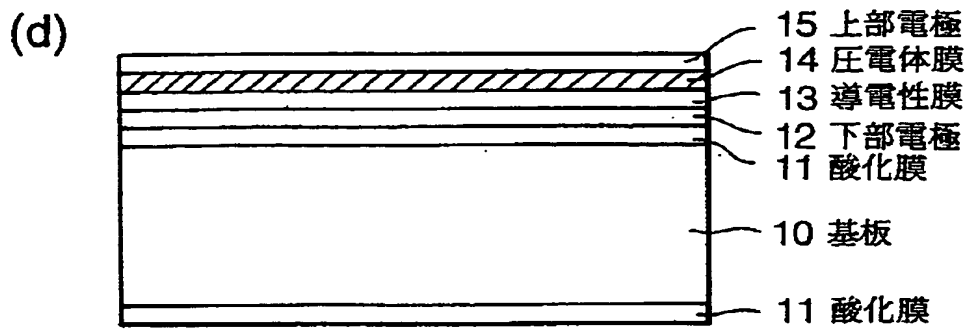
【図3】



【図4】

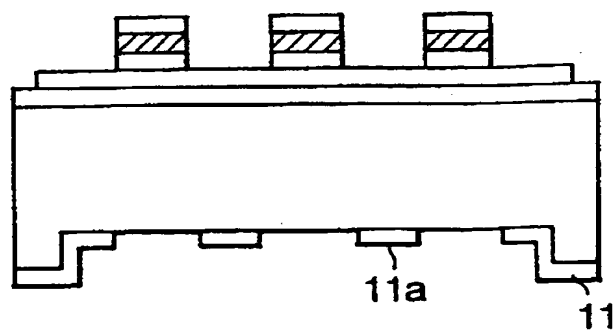


【図5】

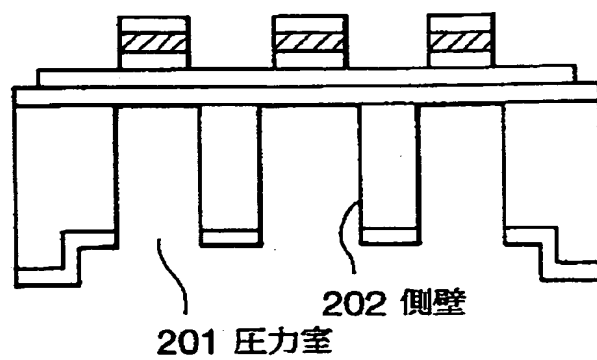


【図6】

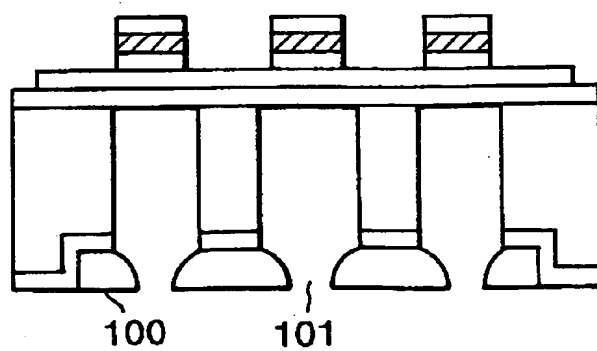
(g)



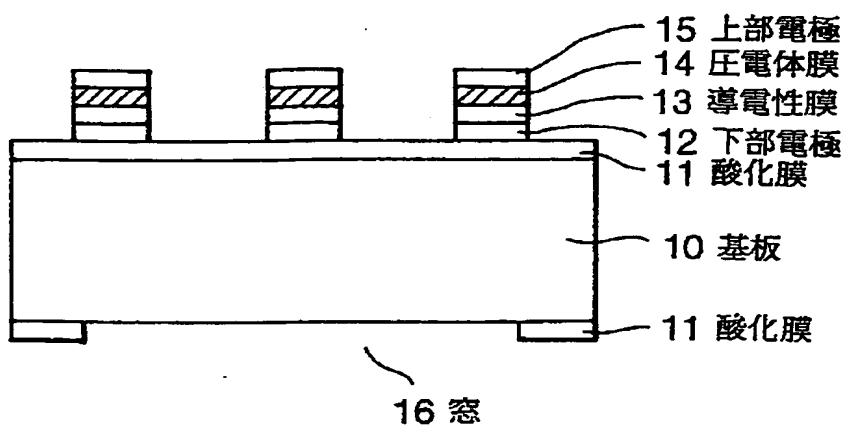
(h)



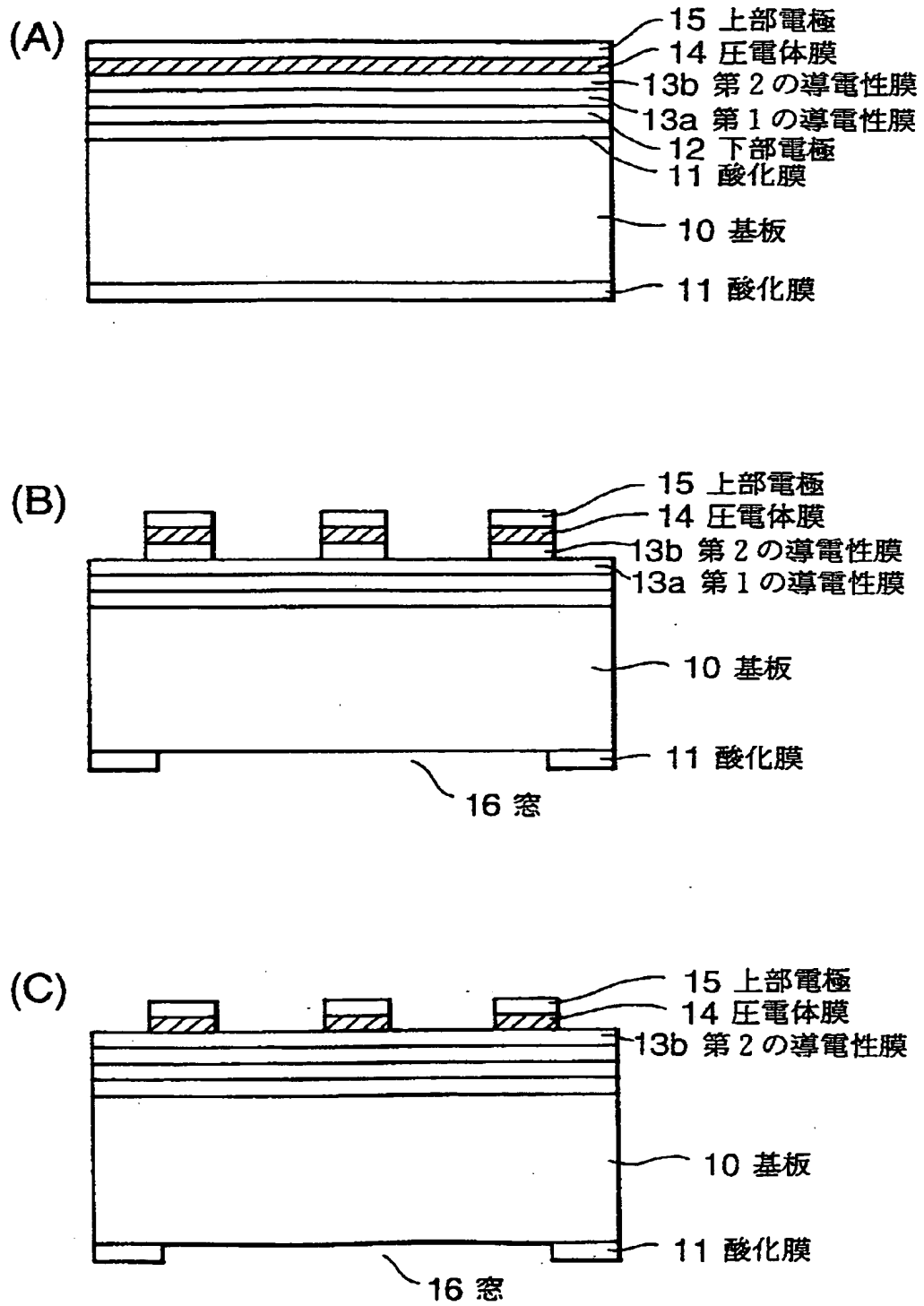
(i)



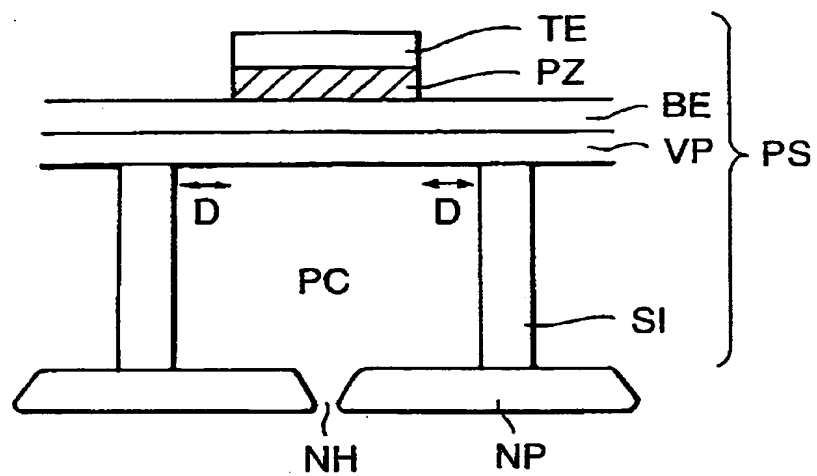
【図7】



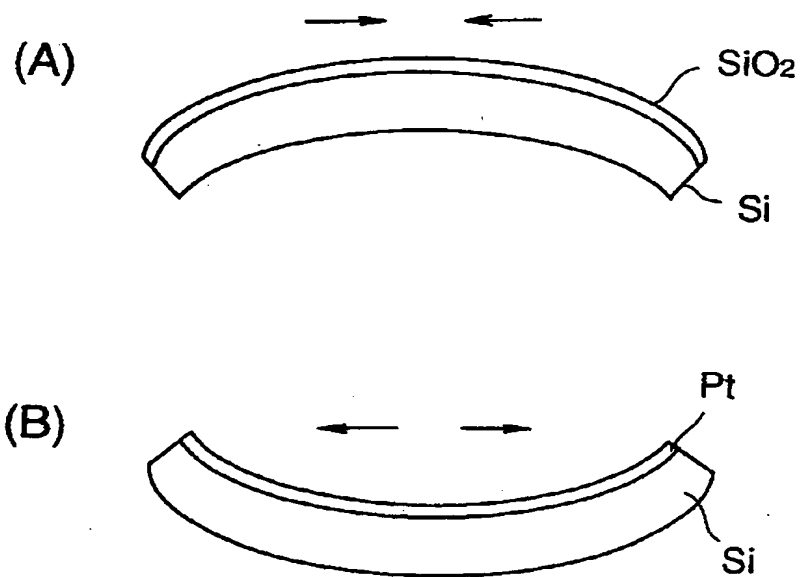
【図8】



【図9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 製造工程において各層間に生じる残留応力を低減するインクジェット式記録ヘッドを提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明のインクジェット式記録ヘッドは、インクを吐出するノズル101を有するノズルプレート100と、このノズル101からインクを吐出させるための圧力室201が形成された圧力室基板と、この圧力室基板上に形成され、上記圧力室201を加圧する振動板11と、上記振動板11上に積層された下部電極12と、上記振動板11の加圧源となり、上部電極15及び上記下部電極12に挟まれた圧電体膜14から構成され、上記振動板11の圧力室201に対応する領域に設けられた圧電体素子と、を備えるインクジェット式記録ヘッドにおいて、上記下部電極12と上記圧電体膜14の間に圧縮性の応力を受ける導電性の膜13 (IrO_X 、 ReO_X 、 RuO_X 等のうち何れか1つを主成分とする膜)を備える。

【選択図】 図2

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100093388

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名又は名称】 鈴木 喜三郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100095728

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿2-4-1 セイコーエプソン株式会社 特許室

【氏名又は名称】 上柳 雅誉

【選任した代理人】

【識別番号】 100107261

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名又は名称】 須澤 修

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002369]

1. 変更年月日 1990年 8月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

氏 名 セイコーエプソン株式会社